

# LA CIRCULATION OCEANIQUE

Si nous parlons le plus souvent des océans au pluriel, il est plus juste de parler d'un océan unique du fait des nombreuses connexions entre les différentes masses d'eaux et de l'énorme proportion de notre planète qu'il occupe. Cette étendue qui semble sans bornes n'est cependant pas immobile. Il est facile de s'en rendre compte lors des tempêtes qui génèrent des vagues, il est plus difficile d'imaginer un système circulatoire mondial qui transporte les eaux aux quatre coins du monde sur des temps qui paraissent longs à l'échelle de notre courte vie. Attention : ce système, relativement simple de par son fonctionnement, est l'un des principaux régulateur du climat sur terre en permettant notamment la séquestration du CO<sub>2</sub>. Il est donc au cœur des préoccupations des scientifiques étudiant le réchauffement global.

Texte et photos : Arnaud Abadie



## Le vent force de mouvement et d'érosion

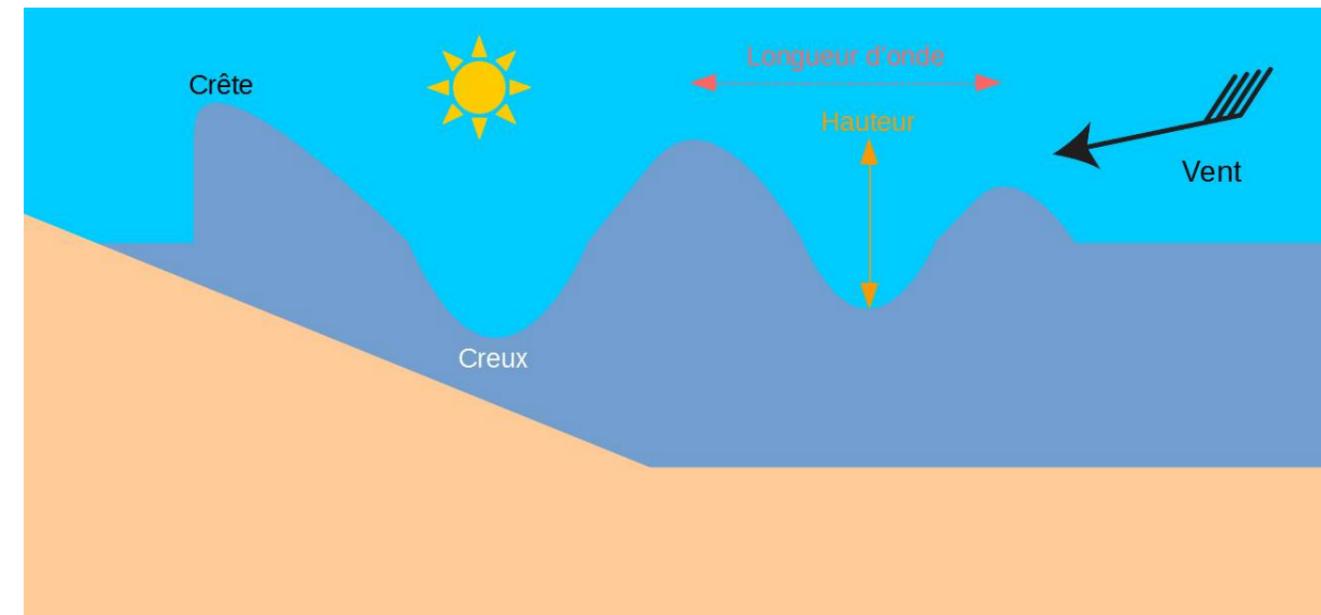
Le premier moteur de mouvement des océans est le plus « visible », c'est le vent. Il est généré par les différences de température à la surface du globe (dus au rayonnement solaire) et à la rotation de la Terre. L'action du vent sur la mer est facilement perceptible, il crée une onde qui déforme la surface de l'eau et se propage. Ce sont les vagues. La hauteur de ces dernières va varier en fonction de la force du vent et du relief sous-marin (profondeur). Leur longueur d'onde va varier de la même façon. Ainsi la houle peut être dite courte ou longue en fonction de l'espacement entre chaque crête de vague.

A l'approche du littoral la hauteur des vagues augmente donc progressivement, puis l'onde perd de son énergie et la vague déferle. Un courant

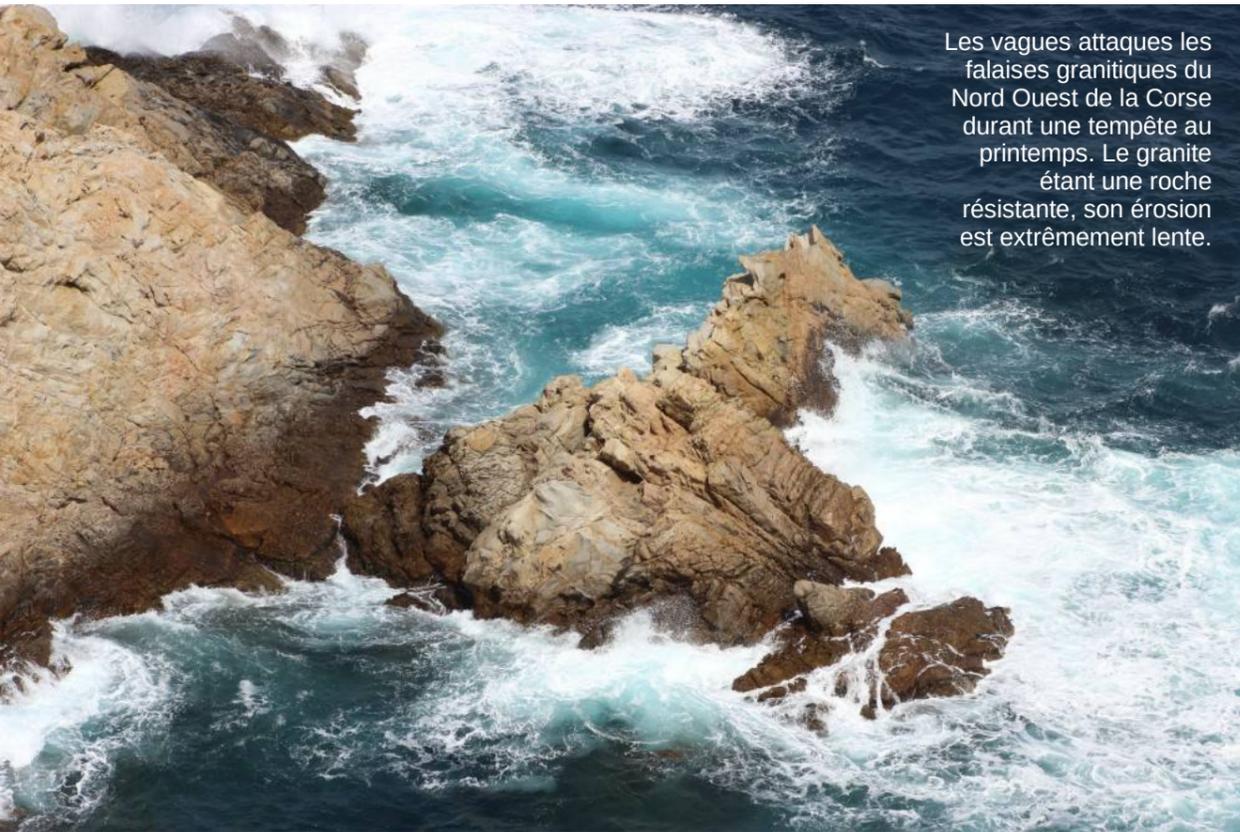
littoral parallèle à la côte se forme alors et qui induit notamment un transport de sédiments, qui modifie la morphologie du rivage lorsqu'il est de nature meuble (sable) en apportant, ou en enlevant, de la matière selon la configuration géographique. Lorsque la houle s'abat sur une côte rocheuse, cette dernière est érodée. Selon la nature de la roche, la morphologie de la côte sera ainsi modifiée en l'espace de quelques décennies ou bien plusieurs millénaires.

## Les grands courants marins

Si l'on se place à l'échelle de la planète, les vents dominants produisent des grands courants de surface dont la circulation est contrainte par la présence des continents. Mais comment naissent précisément ces grands courants ? Le vent n'est pas le seul facteur étant à l'origine de ces derniers car sa puissance n'est pas suffisante pour contrecarrer la



Processus de formation des vagues par le vent et leur évolution à l'approche de la côte.



Les vagues attaquent les falaises granitiques du Nord Ouest de la Corse durant une tempête au printemps. Le granite étant une roche résistante, son érosion est extrêmement lente.

rotation de la terre dont est issue la force de Coriolis\*. Ainsi, aux faibles latitudes où la force de Coriolis est plus faible, les Alizés (vent d'Est) soufflant entre l'équateur et les tropiques créent une accumulation d'eau à l'Ouest qui chauffe et se dilate. Ces masses d'eau donneront naissance à des courants chauds tels que le Kuroshio dans le Pacifique Nord et le courant du Brésil dans l'Atlantique Sud, tandis que d'autres formeront des courants de retour. Au niveau de l'Antarctique de forts vents d'Ouest non contraints par la présence de terres produisent le courant le plus puissant du globe (le courant Circumpolaire) encerclant le continent blanc.

le sens des aiguilles d'une montre) forment une bosse à la surface de la mer grâce au transport d'Ekman convergent qu'ils induisent. Cette bosse exerce une pression qui entraîne les eaux de surface plus chaudes vers les profondeurs (downwelling\*\*\*). Lorsque que ce sont des vents cycloniques qui sont à l'oeuvre (tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre), c'est le processus inverse qui se produit. Une dépression se forme à la surface de l'eau (un creux) induisant un phénomène de pompage des eaux profondes plus froides qui remontent (upwelling\*\*\*\*). Ce phénomène peut être observé sur les côtes marseillaises lorsque le Mistral chasse les eaux de surface, faisant ainsi remonter des eaux froides et cela même durant la période estivale. Les mêmes processus sont à l'oeuvre dans l'Hémisphère Sud, à la seule différence que le sens de circulation des vents est inversé.

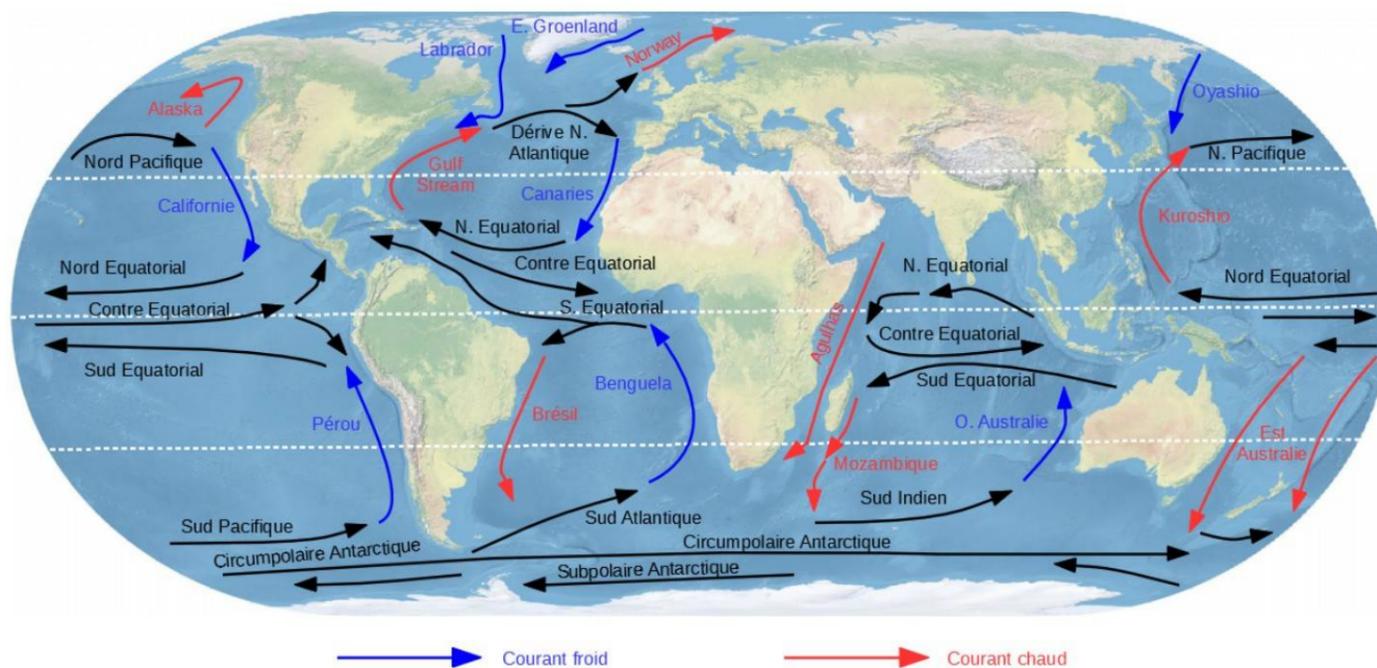
## Transports horizontaux et verticaux

Les vents permettent le transport horizontal et vertical des masses d'eau. D'une façon générale, le transport d'Ekman\*\* se fait perpendiculairement à la direction du vent et déplace horizontalement verticalement des masses d'eau.

## Le tapis roulant mondial

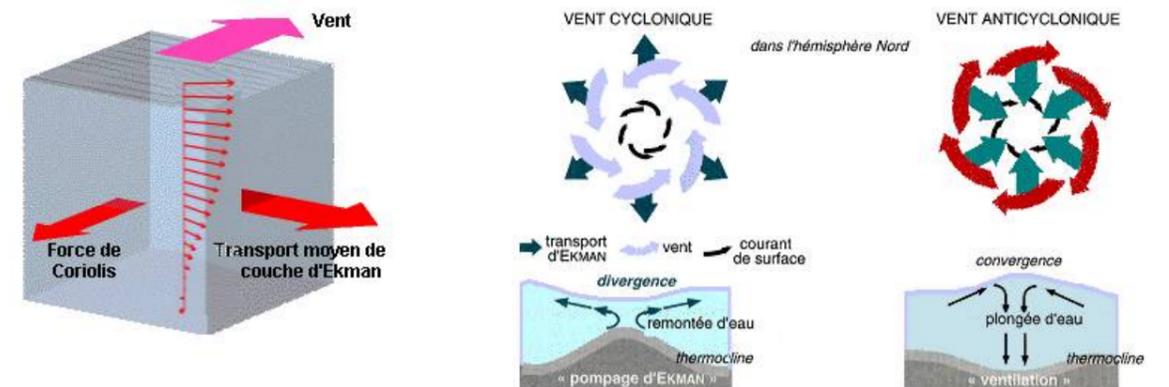
Les courants marins de surface, couplés au transport vertical des masses d'eau, sont à la base d'une circulation océanique globale reliant toutes les parties de l'océan mondial. Cette

Imaginez que vous observez une portion de mer dans l'hémisphère Nord. Les vents anticycloniques (tournant dans



Les grands courants marins mondiaux issus de la force des vents et de la force de rotation de la Terre.

Principe de fonctionnement du transport d'Ekman dans l'Hémisphère Nord. Source : Pierre cb, Wikimedia.



circulation globale est composée d'eaux froides qui circulent en profondeur et d'eaux chaudes qui circulent dans la couche océanique superficielle. Elle est dite thermohaline car c'est la température et la salinité qui vont définir la stratification des masses d'eau au travers de la variation de leur densité. Ainsi, plus une eau est froide et salée, plus sa densité sera importante tandis que les eaux chaudes sont dilatées et plus légères.

Il est ici question d'une circulation car nous parlons d'une boucle faite d'une succession de plongées et de remontées de masses d'eaux, et qui parcourt l'ensemble de l'océan, tel un tapis roulant géant. Si nous pouvions suivre le parcours d'une molécule d'eau plongeant dans l'Atlantique Nord, nous observerions qu'elle met environ 1 000 ans pour revenir à son point de départ.

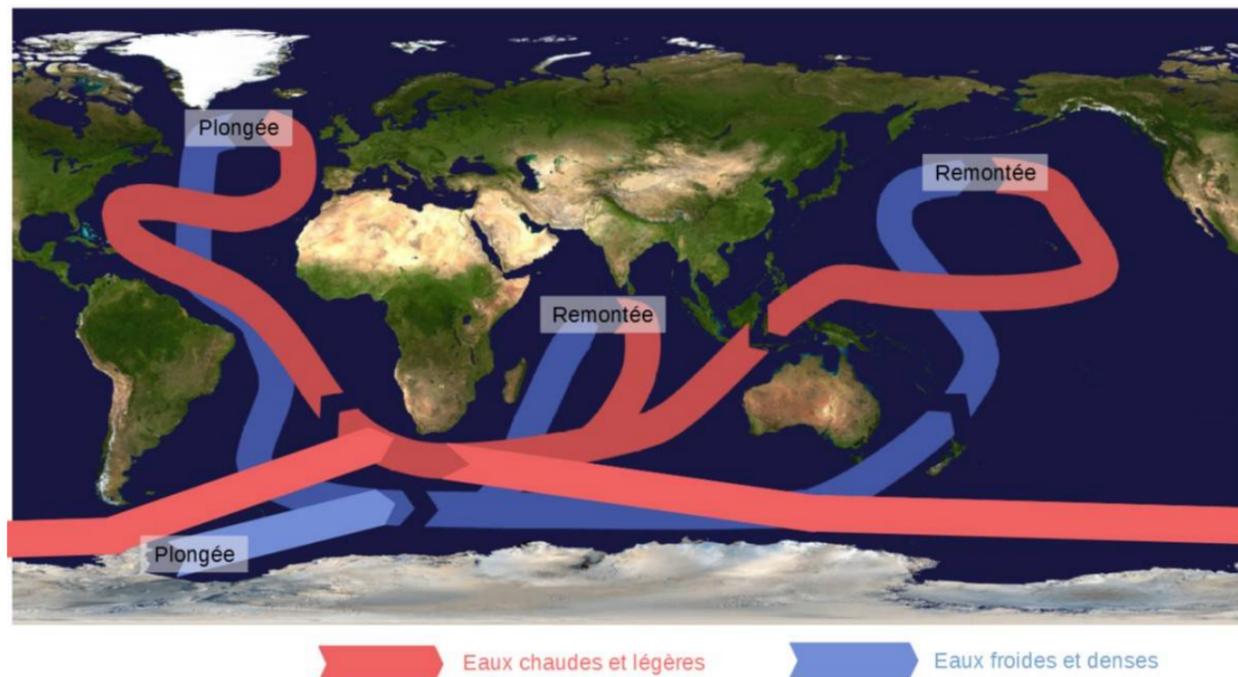
## Influence sur le climat

L'océan joue un rôle crucial dans le processus de pompage et de stockage du

carbone à l'échelle planétaire. Deux types de pompes sont principalement identifiées. La première est dite biologique. C'est celle basée sur l'absorption de CO<sub>2</sub> par les organismes planctoniques photosynthétiques (phytoplancton). La seconde pompe, dite physique, concerne les échanges gazeux de la surface entre la surface et l'atmosphère. C'est dans ce processus que la circulation thermohaline intervient. Le CO<sub>2</sub> est dissout plus facilement par les eaux froides des hautes latitudes qui plongent ensuite du fait de leur forte densité comme décrit dans la partie précédente. Ce CO<sub>2</sub> est ainsi piégé pour plusieurs centaines d'années sans aucun contact avec l'atmosphère.

Cette pompe, bien évidemment, ne peut fonctionner que si la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est plus importante que celle présente dans l'océan. De plus, si l'efficacité de l'absorption du carbone a peu varié depuis qu'elle est mesurée par les scientifiques, sa diminution pourrait se produire du fait du réchauffement

Circulation thermohaline mondiale. Carte source : Brisbane, Wikimedia.



Les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'océan font de ce dernier une pompe de CO<sub>2</sub> indispensable pour contrer nos émissions sans cesse grandissantes.

climatique global. De plus, l'hypothèse d'un ralentissement (voire d'un arrêt) de la circulation thermohaline est aujourd'hui à l'étude suite à des observations de ralentissement du Gulf Stream dans l'Atlantique Nord. Ces processus sont relativement complexes et méritent d'être traités en profondeur au vu de leur influence importante sur le climat mondial. Rendez-vous donc dans un prochain article pour une explication détaillée.

## Glossaire

**\*Force de Coriolis** : force dite fictive (ou inertielle) agissant perpendiculairement à la direction du mouvement d'un corps. Dans le cas des courants marins ce corps est la Terre et le mouvement correspond à la rotation de la planète.

**\*\*Transport d'Ekman** : phénomène de déplacement à l'horizontal de la couche océanique superficielle par l'action de la

friction des vents sur l'océan.

**\*\*\*Downwelling** : phénomène de plongée d'une masse d'eau sous l'action de sa densité et du vent.

**\*\*\*\*Upwelling** : phénomène de remontée d'une masse d'eau sous l'action de sa densité et du vent.



Comme son nom l'indique, l'océan pacifique est le plus calme. Cela est principalement dû au relativement faible relief sous-marin de ses fonds ainsi qu'à sa taille colossale. Située au cœur du Pacifique, l'île de Moorea en Polynésie française montre ici le parfait exemple de la quiétude de ses eaux.

## *La circulation océanique*



L'océan Atlantique est l'un des plus turbulents de la planète. Du fait de sa relative étroitesse, les vents le balayant forment des houles impressionnantes avec des vagues d'une hauteur record pouvant atteindre 19 m. A l'approche des côtes, ces vagues géantes déferlent et font le bonheur des surfeur et le malheur des marins. Cette photo, prise sur les côtes de l'île de Lanzarote dans l'archipel des Canaries, illustre parfaitement ce phénomène et la puissance de l'océan Atlantique.

### *Pour en savoir (beaucoup) plus*

Bopp L., Bowler C., Guidi I., Karsenti E., de Vargas C. (2015) L'océan, pompe à carbone. Ocean-climate.org ([pdf](#)).

Moreau R. (2013) L'air et l'eau. EDPS Sciences. Collection Grenoble Sciences.

Peich S., Delecluse P., Fieux M., Reverdin G. (2017) La circulation océanique. Qu'est-ce que l'océan. p62-63.